

# 衛星映像資料를 이용한 서울시 都市綠地의 分析

朴 鍾 和\*

.....〈목 차〉.....	
I. 序 論	III. 서울시 綠色植生指數의 算出
II. 衛星映像資料를 이용한 都市 綠地의 分析理論	IV. 結 論

## I. 序 論

### 1. 研究의 背景 및 目的

都市綠地는 도시의 골격 형성, 도시경관의 주요 구성요소, 도시민의 일상적 여가활동공간, 식물의 광합성에 의한 대기중 이산화탄소의 제거 및 산소의 공급, 대기오염물질의 정화, 수원함양, 야생동물의 서식지 제공 등의 다양한 기능을 구비하고 있다. 우리나라의 도시녹지는 도시의 성장에 따른 주거, 상업, 공공시설용지 등의 신규토지수요를 공급하기 위한 개발로 인하여 그 면적이 급격히 감소되고 있다. 극심한 대기오염 및 행락객의 이용압력은 녹지의 활력도를 저하시키기 때문에 도시녹지의 보전을 위한 연구가 필요하다.

근래에 서울의 都市綠地에 관한 研究가 다수 수행되었지만 도시성장에 따른 녹지의 정성적·정량적 변화의 정도 및 공간적 분포에 대한 의문은 해소되지 않고 있다. 도시녹지의 훼손상태에 관한 연구(양병이 등 1991)는 주로 녹지의 훼손면적 및 용도변화와 관련된 통계자료 중심으로 연구를 수행하여 녹지분포의 공간적 변화를 설명하는 데 미흡하다. 토지개발공사가 수행한 대규모 토지개발사업에 따른 도시녹지의 감소에 관한 연구(박종화 1991a)도 유사한 한계를 갖고 있다. 행락객의 이용압력(이경재 외 1987) 혹은 대기오염에 의한 녹지피해에 관한 연구(김준호 1991) 등은 주로 특정지역 혹은 대상에 대한 국지적인 조사내용을 무리하게 일반화시키고 있다.

도시녹지의 공간적 분포 및 시간경과에 따른 공간적 변화에 관한 연구는 우리나라와 같이 고밀도 국가인 日本에서 다수 수행된 바 있다. 즉 田畑貞壽(1979)는 일본 도시권에서의

\* 서울大學校 環境大學院 副教授

시계열적 도시녹지의 분포 및 질의 변화를 항공사진 및 현장조사방법을 이용하여 연구하였고, 金振仙(1991)은 일본과 우리나라의 고밀도 시가지에서의 綠被地の 分布特性을 비교연구한 바가 있다. 우리나라에서는 朴鍾和(1991b)가 주거단지내 녹지를 현장조사에 의해서 공간적 분포를 조사한 바가 있고, 서동조(1990)는 안산시의 도시녹지를 원격탐사와 지리정보체계를 이용하여 분석하고, 도시녹지체계의 구성계획안을 제시한 바 있다. 그러나 원격탐사를 이용한 서울과 같은 대도시 녹지의 공간적 변화를 연구하지 못했다.

衛星映像資料를 이용한 遠隔探查는 넓은 지역에서의 녹지의 시계열적 변화의 조사를 용이하게 한다. 원격탐사는 조사하고자 하는 대상, 지역 및 현상에 접촉하지 않는 도구를 이용하여 수집된 자료를 분석하여 정보를 수집하는 과학기술로 정의된다(Lillesand and Kiefer 1987). 資料蒐集方法은 가시광선과 적외선의 파장대별 지표면 물체의 반사 혹은 복사 에너지량을 기록하는 복수의 感知器(sensor)를 이용하여 數値資料를 수집한다. 이 자료를 컴퓨터를 이용하여 분석하면 지구자원조사, 지도제작 및 환경감시 등의 다양한 용도를 갖는 정보를 추출할 수 있다.

원격탐사는 다음의 네가지 長點을 갖는다. 첫째, 컴퓨터를 이용하여 신속하고 정확하게 수치자료를 분석하여 지질, 수문, 농업생산량 및 녹지 등에 관한 유용한 廣域情報를 경제적으로 추출할 수 있다. 둘째, 결과물을 映像 혹은 地圖로 출력시켜 관심대상의 공간적 분포를 정확하게 표현할 수 있다. 셋째, Landsat 및 SPOT 등의 위성은 비교적 단기간에 지표면상의 동일지역의 정보를 반복수집하기 때문에 녹지의 면적 및 활력도의 時系列的變化를 연구하기에 적합하다. 넷째, 컴퓨터를 이용한 地理情報體系(Geographic Information System)의 入力資料로 이용되어 녹지의 정성적·정량적 변화요인의 추출, 토지이용계획 혹은 환경보전계획의 수립에 간편하게 이용될 수 있다.

본 研究의 目的은 다음의 세가지로 요약할 수 있다. 첫째, 1979년 및 1990년에 수집된 위성영상 자료를 이용하여 서울시 전역의 植生指數를 산출한다. 둘째, 영상출력된 결과물을 이용하여 도시녹지의 정량적·정성적 분포, 활력도 및 대규모 훼손지역을 조사한다. 셋째, 1980년대 서울의 급격한 도시팽창에 따른 도시녹지의 변화정도를 서울시 전역 및 22개 자치구별로 조사한다. 이와 같은 녹지의 변화는 획득가능한 보조자료를 이용하여 서울시 도시녹지변천의 요인을 추정할 수 있을 것이다.

## 2. 研究의 範圍

본 연구의 內容的 範圍는 위성영상 자료를 이용하여 식생의 분포범위 및 활력도의 척도로 이용되고 있는 綠色植生指數(Green Vegetation Index)를 산출하여 영상출력하고, 서울시 전역 혹은 22개 자치구별 도시녹지의 정량적·정성적 분포상태를 제시하는 것이다. 일정한 시간 간격으로 취득한 영상자료로부터 추출된 GVI를 비교하면 식생의 생장에 따른 도시녹지의 질 향상, 도시환경의 악화에 따른 녹지의 피해상태 및 도시개발사업의 진행에 따

른 도시녹지 분포범위의 변화 등을 설명할 수 있다.

研究의 空間的 範圍은 서울특별시로 한다. 서울은 우리나라 최대의 도시로서 도시녹지의 현장조사에 대규모 인력 및 기간이 소요되어 원격탐사기법 적용시 작업의 효율성이 대단히 크다. 서울시는 주거, 상업 및 공공용지의 신규토지수요를 공급하기 위한 都市緣地의 轉用事例가 많고, 기존녹지는 야외휴양활동공간 혹은 도시경관 요소로서 시민의 지대한 관심의 대상이 되고 있다. 최근에는 행락객의 이용압력 및 대기오염, 특히 산성비에 의한 도시녹지의 피해에 관한 관심이 증대되고 있지만 종래의 연구방법으로 도시녹지 전체에 대한 구체적 정보를 수집할 수 없었다.

본 研究의 時間的 範圍은 1980년대의 서울시 도시녹지의 변화상태를 분석하는 것으로 한다. 이 기간 중에 서울시 인구는 1,000만명을 돌파하였으며, 신규 주거 및 상업용지를 공급하기 위하여 도시녹지를 대대적으로 개발하였다. 특히 1986년의 아세안 게임 및 1988년의 올림픽 개최에 대비하여 대규모 스포츠시설을 건립하였고, 현대도시로서의 면모를 구비하기 위한 도심재개발사업, 도로망확충사업 및 한강종합개발사업 등을 추진하였다.

이 기간 중에 도시녹지는 그 면적이 크게 감소되었고, 녹지의 공간적·질적 변화도 지대했던 것으로 판단되고 있다. 서울시의 地目變更에 관한 통계는 녹지면적의 감소를 잘 반영하고 있다. 즉 田, 畓, 林野는 각  $33.49\text{km}^2$ ,  $34.80\text{km}^2$ ,  $23.18\text{km}^2$  감소되었으며, 이들의 감소율은 각 55.0%, 56.4% 및 12.4%이었다. 반면에 垡地, 道路 및 學校用地는 각  $49.36\text{km}^2$ ,  $27.81\text{km}^2$  및  $8.98\text{km}^2$  증가되었으며, 증가율은 각 31.8%, 80.5%, 110.2%이었다(서울시 1980, 1991). 반면에 서울시 주변의 산림이 대기오염 혹은 행락객의 과도한 이용압력에 의하여 황폐화 되고 있다는 주장에도 불구하고 1960년대 이후의 조림 및 산림보호정책에 따라서 林木蓄積이 빠른 속도로 증가하고 있다. 즉 이 기간 중에 임야 1ha당 임목축적은 년평균 약 5%씩 증가되어  $23.8\text{m}^3$ 에서  $40.8\text{m}^3$ 로 증가되었다(서울시 1980, 1991).

이 기간 중의 서울시 통계연감(1979~1991)에 수록된 구획정리사업법 혹은 주택건설촉진법에 의한 택지조성사업이 완료된 지역의 면적은  $3,263.7\text{ha}$ 에 달한다. 즉 장안평( $193.2\text{ha}$ ) 및 이수지구( $7.7\text{ha}$ )는 1984년, 구로( $147.4\text{ha}$ ) 및 양재지구( $15.4\text{ha}$ )는 1985년, 가락( $745.2\text{ha}$ ) 및 개포지구( $649.4\text{ha}$ )는 1989년에 구획정리사업이 종료되어  $1,758.3\text{ha}$ 가 개발되었다. 택지개발사업은 <표 1>과 같이 14개 지구에서 시행되었다. 고덕, 월계, 성산, 목동, 문정, 상계, 중계, 창동지구는 1990년까지 개발이 완료되었고, 번동, 수서, 대치, 월계4, 가양, 중계2지구 등은 공사가 진행중이었다.

### 3. 研究의 方法

서울과 같은 거대도시의 녹지를 現場調査方法으로 조사하기 위해서는 많은 인력이 동원되어야 하고, 각 조사자의 능력의 차이 혹은 주관의 개입에 따라서 그 결과의 정확성 및 신뢰성이 저하되는 경우가 많다. 이 문제는 위성영상자료를 컴퓨터를 이용하여 분석하는 원

〈표 1〉 서울시 택지개발사업 현황(1979~1990)

(단위 : ha)

사업지구	계획면적	준공면적	비 고
고 덕	169.4	169.4	1984년 준공
일 제	32.1	32.1	1985년 준공
성 산	18.9	18.9	1985년 준공
목 동	436.6	436.6	1989년 준공
분 경	42.3	42.3	1989년 준공
상 제	330.8	330.8	1990년 준공
중 제	159.6	159.6	1990년 준공
창 동	42.0	42.0	1990년 준공
번 동	36.0	33.8	공사중
수 서	134.2	37.2	공사중
대 치	24.2	7.9	공사중
일 제4	15.0	0.5	공사중
가 양	97.9	74.8	공사중
중 제2	134.8	119.5	공사중
계	1,673.8	1,505.4	

자료 : 서울시, 『통계연감』, 1980~1991.

격 탐사기법을 이용함으로써 해소될 수 있다.

위성영상의 분석은 IBM PC/386 및 486 호환기종의 마이크로컴퓨터를 이용하여 지리정보 및 위성영상의 분류목적으로 개발된 IDRISI(Eastman 1990)를 이용한다. 이 패키지는 영상의 기하학적 교정, 영상의 등록, 영상분류 등의 기능을 구비하여 서울시 전역 및 각 구별 1979년과 1990년의 植生指數를 산출하고, 식생분포 및 활력의 변화상태를 용이하게 분석할 수 있다.

식생의 분포현황 및 시간경과에 따른 변화는 각종 衛星映像을 이용한 다양한 植生指數 중에서 현재까지 가장 정교한 것으로 평가되고 있는 Tasseled Cap 변환에 의하여 산출된 綠色植生指數(Green Vegetation Index)를 이용한다. 이 패키지에 결여된 통계기능은 SPSS/PC를 이용하여 보완한다.

## II. 衛星映像資料를 이용한 都市綠地의 分析理論

### 1. 衛星映像資料의 蒐集 手段

현재 우리나라의 원격탐사는 미국이 발사한 LANDSAT 위성의 MSS(Multispectral Scanner)와 TM(Thematic Mapper) 및 프랑스의 SPOT에 의해 수집된 위성영상자료를 주로 이용하고 있다. Landsat 1, 2, 3에 탑재된 감지기인 MSS는 〈표 2〉와 같이 可視光線 및 赤外線 波長帶의 자료를 4개의 BAND로 수집한다. MSS의 地表面 解像力은 79m이며, Landsat는 태

〈표 2〉 MSS의 BAND별 특성 및 用途

Band	파장대 ( $\mu\text{m}$ )	파장명	특성 및 응용분야
4	0.5~0.6	Green	콘크리트·도시역 등의 인공물 식별, 청정수역 침투, 식생 및 수중의 엽록소량
5	0.6~0.7	Red	인공물 식별에 최적, 국도의 노선, 수중의 토사부유범위 식별, 지질 조사
6	0.7~0.8	N-IR	수면 및 수륙경계 식별
7	0.8~1.1	N-IR	아스팔트, 지질조사, 수면·수륙경계 식별

자료 : Lillesand and Kiefer(1987), *Remote Sensing and Image Interpretation*, 2nd ed., New York: John Wiley, pp. 548-551.

〈표 3〉 TM의 BAND별 특성 및 用途

Band	파장대 ( $\mu\text{m}$ )	파장명	특성 및 응용분야
1	0.45~0.52	Blue	물의 투과에 의한 연안역 조사, 토양/식생의 판별, 산림의 유형조사, 인공물의 식별
2	0.52~0.60	Green	식생의 녹색반사 측정에 의한 식생판별 및 활력도조사, 인공물의 식별
3	0.63~0.69	Red	엽록소 흡수량 측정하여 식물종 구분, 인공물 식별
4	0.76~0.90	N-IR	식생유형, 활력도, 생체량의 측정, 수륙의 경계 식별, 토양수분 판별
5	1.55~1.75	M-IR	식생과 토양의 함수량 지표, 눈과 구름의 식별
6	10.4~12.5	T-IR	식생 stress 분석, 토양수분 판별, 온도분포 측정
7	2.08~2.35	M-IR	광물 및 암석유형 판별, 식생의 함수량에 민감

자료 : Lillesand and Kiefer(1987), *Remote Sensing and Image Interpretation*, 2nd ed., New York: John Wiley, p. 567.

양연동케도를 가져서 현지시간 오전 9시 42분에 적도를 북에서 남으로 통과하고, 매 18일 마다 전지구표면을  $185 \times 185\text{km}$ 의 영상으로 반복수집한다.

Landsat 4, 5에 탑재된 TM의 지표면 해상력은 BAND 1~6은 30m로 향상되었고, BAND 7은 120m이다. TM의 BAND별 특성은 〈표 3〉과 같으며, 영상 반복수집 주기도 16일로 단축되었다. 그러나 구름이 끼거나 비가 오는 날에 수집된 영상자료는 이용가치가 거의 없기 때문에 실제 이용가능한 영상자료는 반복주기에 비해서 훨씬 제한 된다.

## 2. 衛星映資料를 이용한 植生指數의 種類

위성영상탐사 자료를 이용한 植生指數는 세계의 식량 및 섬유작물 생산량의 정확하고 신속한 수집필요성에서 개발되었다. 현장조사 등의 방법에 의한 전국적 혹은 국제적 농업생산량 조사의 어려움을 해소하기 위하여 원격탐사가 널리 이용되고 있다. 즉 MSS 혹은 TM의 영상자료를 이용하여 식생의 生體量, 生産性, 葉面積, 綠被率 등을 예측할 수 있다.

모든 植生指數는 식물의 活力度 및 綠被率에 따른 가시광선 및 근적외선 파장대 광선의 반사량의 차이를 이용한다. 왕성하게 성장하는 綠色植物은 근적외선( $0.7 \sim 1.1\mu\text{m}$ ) 입사량의 40~50%를 반사하고, 식물체내의 葉綠素는 가시광선의 80~90%를 흡수한다(Jensen 1983). 활력이 저하되었거나 枯死한 植物體는 가시광선의 20~30%를 반사하여 왕성한 식물보다

반사량이 많고, 반면에 근적외선의 반사량은 왕성한 식물에 비해서 적다. 건조한 土壤의 가시광선 반사량은 일반적으로 왕성한 식물보다는 많지만 쇠약한 식물 보다는 적으며, 반면에 근적외선의 반사량은 식물에 비해서 적다.

植生指數는 다음의 여러 종류가 개발되었다. 첫째, 가장 간단한 지수는 MSS6을 농경지의 葉面積指數로 이용하는 것이며, 이들 간의 상관계수는 0.88로 조사되었다(Tucker 1979). 식물의 엽면적은 수확량과 밀접한 관계가 있기 때문에 이 지수는 농작물 성장단계에서의 농업생산량 예측자료로 이용될 수 있다.

둘째, MSS와 TM 밴드간의 비율도 식물의 생체량 추정에 이용되고 있다. TM의 적색 및 근적외선의 비율(BAND4/BAND3)이 높을 수록 식물생체량이 많거나 왕성한 성장을 하며, 낮을 수록 식생의 스트레스가 심한 상태이다. 이와 같은 比率映像(Ratio image)은 대상지의 경사향의 차이에 따른 광선조건의 변이에도 불구하고 파장 혹은 색채에 대한 특성을 전달하는 장점을 갖는다.

셋째, Rouse 등(1973)은 MSS7과 MSS5의 차이와 합의 비율을 아래와 같이 계산하여 만든 지수(Normalized Difference Index)를 제안하였다.

$$\text{正規植生指數(NDI)} = \frac{\text{MSS7} - \text{MSS5}}{\text{MSS7} + \text{MSS5}}$$

상기 NDI는 음수값을 가지기 때문에 Deering 등(1975)은 아래의 계산식과 같이 NDI에 0.5를 가산하고, 그 根을 계산하는 變換植生指數(Transformed Vegetation Index)를 제안하였다.

$$\text{變換植生指數(TVI)} = \left[ \frac{\text{TM4} - \text{TM3}}{\text{TM4} + \text{TM3}} + 0.5 \right]^{1/2} * 100$$

이 TVI에는 주로 TM3과 TM4가 이용되며, 식생의 생체량 측정에 광범위하게 이용되고 있다. 예를 들면 미국의 NOAA는 AVHRR(Advanced Very High Resolution Radiometer) 기상위성자료를 이용하여 전 지구의 TVI 地圖를 매주 작성하고 있다.

넷째, 현재까지 개발된 식생지수 중에서 가장 정교한 것은 Kauth와 Thomas(1976)가 Gram-Schmidt의 連續直交技法(Sequential Orthogonalization Technique)을 이용하여 개발한 Tasseled Cap 變換指數이다. 이 지수는 MSS의 4개 밴드를 연속적으로 직교변환시켜 土壤明度指數(Soil Brightness Index), 綠色植生指數(Green Vegetation Index), 黃色植生指數(Yellow Stuff Index) 및 餘他指數(Non-Such Index)라는 새로운 4차원 지수를 산출한다. 일반적으로 SBI와 GVI가 영상정보의 95~98%를 포함하며, GVI는 녹색식물 생체량을 정확히 예측할 수 있는 것으로 검증되었다(Crist and Ciccone 1986). 이들 지수는 다음과 같이 계산된다.

$$\text{SBI} = 0.332\text{MSS4} + 0.603\text{MSS5} + 0.675\text{MSS6} + 0.262\text{MSS7}$$

$$GVI = -0.283MSS4 - 0.660MSS5 + 0.577MSS6 + 0.388MSS7$$

$$YVI = -0.899MSS4 + 0.428MSS5 + 0.076MSS6 - 0.041MSS7$$

$$NSI = -0.016MSS4 + 0.131MSS5 - 0.452MSS6 + 0.882MSS7$$

최근에는 Landsat 4와 5에 탑재된 TM영상을 이용하여 MSS와 유사한 식생정보를 추출하는 방법에 관한 연구가 진행되고 있다. Crist와 Cicone(1984)은 TM영상의 植生軸과 土壤軸은 MSS 영상 보다 더 정확하게 직교하며, 土壤水分상태를 나타내는 새로운 축이 존재함을 발견하였다. 이들 지수의 變換係數는 <표 4>와 같다. Tasseled Cap 變換에 의하여 계산된 GVI는 MSS영상의 경우에는 BAND5(0.6~0.7 $\mu$ m) 및 BAND6(0.7~0.8 $\mu$ m)의 영향을 가장 크게 받고, TM영상은 BAND4(0.76~0.90 $\mu$ m) 및 BAND3(0.63~0.69 $\mu$ m)의 영향을 가장 크게 받으며, TM6는 제외된다.

<표 4> TM영상을 이용한 Tasseled Cap 變換係數

	TM BAND					
	1	2	3	4	5	7
土 壤 明 度	0.33138	0.33121	0.55177	0.42514	0.48087	0.25252
綠 色 植 生	-0.24717	-0.16263	-0.40639	0.85468	0.05493	-0.11749
土 壤 水 分	0.13929	0.22490	0.40359	0.25178	-0.70133	-0.45732

자료 : Crist and Cicone(1984), "Comparison of the Dimensionality and Features of Simulated Landsat-4 MSS and TM Data," *Remote Sensing of Environment* 14, pp. 235-246.

### Ⅲ. 서울시 綠色植生指數의 算出

#### 1. 映像資料의 選定

본 연구를 위한 위성영상은 다음과 같이 선정되었다. 서울을 모두 카바하는 위성영상 2세트의 구입에 300만원 이상의 비용이 소요되기 때문에 국내의 타기관에서 구입하여 보관 중인 영상 중에서 1980년대의 시작과 종료에 가장 근접한 영상을 선정하였다. 그 결과 1979년 10월 4일에 수신된 MSS(Path 125/Row 34) 및 1990년 4월 26일에 수신된 TM(Path 116/Row 34, Sub-B 및 Sub-D)을 선정하였다.

영상취득 계절이 상이한 위성영상을 이용한 GVI의 변화분석은 식물의 계절적 생장특성 때문에 다소의 오차를 초래할 가능성이 있다. 첫째, 1979년의 영상이 수신된 10월 4일에는 벼의 秋收가 시작되는 계절이며, 1990년 영상을 수신한 4월 26일에는 아직 모내기를 하지 않았기 때문에 논의 GVI를 상당히 저하시킬 가능성이 크다. 둘째, 들잔디는 10월초에 부분적으로 잎의 黃化現象이 발생되지만 일반적으로 4월 하순 보다는 녹색을 많이 가지기 때문에 역시 GVI를 저하시킬 가능성이 크다. 셋째, 활엽수 중에서 開舒時期가 특별히 늦은 수종의 분포지역도 GVI가 저하될 것으로 예상된다.

衛星映像은 CCT(Computer Compatible Tape)에 기록되어 있기 때문에 테이프 드라이브가 없는 PC를 이용하여 분석하려면 서울지역의 자료를 절취하여 플로피 디스켓으로 옮겨야 한다. 이 작업은 SUN Workstation에 설치된 ERDAS 패키지를 이용하였으며, 이때 자료화일의 형식을 BIL에서 BSQ로 변환하였다. 절취된 MSS영상은 800선×900점 이었고, TM영상은 1,285선×1,480점 이었다.

## 2. 映像登錄(Image Registration)

위성영상자료는 위성의 고도, 비행자세, 속도 등의 변화, 지구의 곡면오차, 기록변위 등에 의한 無作爲 誤差를 제거하여 지도로서의 기하학적 일체성을 갖도록 校正하여야 한다. 특히 본 연구와 같이 취득일시 혹은 해상력이 상이한 多重映像의 중첩, 분석결과물의 행정구역별 절취, 혹은 지리정보체계(GIS)의 입력자료로 활용할 경우에는 영상등록에 의한 좌표변환이 필요하다.

영상등록작업은 도로교차점 혹은 수목경계선 상의 굴곡점 등과 같이 지도 및 위성영상에서 정확한 좌표를 알 수 있는 점을 地上統制點(Ground Control Points)으로 선정하고, 영상좌표와 1/25,000 지도에서 읽은 UTM좌표를 이용하여 最小自乘法에 의하여 座標變換式을 도출하였다. 영상에서의 지상통제점의 선정은 主成分分析에 의하여 추출된 제 1 성분을 이용하였다. 본 연구에서 TM 및 MSS영상에서 각 25개의 지상통제점을 선정하여 산출된 변환식의 등록오차는 각 17.92m와 30.38m로서 0.38~0.60 픽셀(pixel)의 정확도를 얻었다. 본 연구의 결과물은 75×75m의 격자로 변환되기 때문에 이 오차는 문제가 없는 것으로 판단된다.

영상등록의 출력격자의 크기는 작업의 편의성 및 출력기기의 해상력을 고려하여 결정한다. 본 연구에서는 VGA 모니터의 출력영상(640점×480선)을 최대로 활용하고, 면적계산이 용이한 크기인 75×75m 격자를 선정하여 출력영상은 403선×492점의 격자로 변환하였다. 자료의 리샘플링(Resampling) 방법은 IDRISI를 이용하여 근접된 2×2격자의 DN을 距離加重平均法으로 계산하는 bilinear interpolation 방법을 이용하였다.

서울시 행정구역 및 22개 구의 경계는 디지털라이저로서 입력된 좌표를 20개의 地上統制點을 이용하여 좌표를 변환하여 격자식 영상에 중첩시켰다. 서울시 전역 및 22개 구의 GVI의 영상출력, 현황 및 변화량 분석을 위한 행정구역 절취용 마스크 화일(mask file)은 서울시 및 22개 구의 행정구역경계의 다각형식 화일(Vector file)을 초기값이 1인 격자식 화일(Raster file)에 중첩시켜 작성하였다.

서울시를 동서로 관류하는 漢江 및 支川은 각 자치구별 면적과 상이한 결과를 초래하기 때문에 제외시키는 것이 좋다. 이 작업은 MSS 및 TM영상을 主成分分析에 의하여 추출된 제 1 및 제 2 성분의 2개 밴드를 각 75×75m로 변환시킨 후에 監督分類(supervised classification) 방법으로 수면과 육지를 구분하였다. 이 과정에서 영상분류알고리즘은 最尤法(Gaussian



Maximum Likelihood Classifier)을 이용하였다. 한강 상의 교량은 도로와 같은 반사특성을 갖기 때문에 映像分類時 수면으로 분류되지 않고 육지로 분류되었다. 그 결과 다소의 면적 오차가 초래되었지만 교량이 점유하는 면적이 넓지 않고, 이들은 출력영상을 이해하는 데 유용한 地物이 될 수 있기 때문에 存置시켰다.

### 3. 綠色植生指數의 評價

서울의 1979년의 GVI는 MSS를 이용하였으며, 1990년의 GVI는 TM영상을 이용하였다. GVI의 각 밴드별 변환계수는 전술한 II-2에서 소개한 바와 같이 MSS영상은 Kauth와 Thomas(1976)의 변환계수, TM영상은 Crist와 Cicone(1984)의 변환계수를 이용하였다. 식생이 전혀 없거나 적은 곳의 GVI는 陰數의 實數가 산출되어 컴퓨터의 계산속도를 저하시키고, 막대한 기억용량을 필요로 하기 때문에 0~255의 整數로 변환시켰다.

서울시의 GVI 현황 및 연구기간 중의 GVI 변화량을 간편하게 통계처리 하기 위해서는 이들의 등급을 구분할 필요가 있다. 등급의 구분 방법은 1979년과 1990년의 GVI의 平均과 標準偏差(Standard Deviation)를 이용하여 6등급으로 구분하였다. 즉 평균을 기준으로 GVI가 2 SD이상, 1-2 SD, 0-1 SD 낮은 격자는 각각 1, 2, 3등급을 부여하였다. GVI가 높은 격자도 0-1 SD, 1-2 SD, 2 SD 이상을 기준으로 각각 4, 5, 6등급을 부여하였다. 따라서 GVI 1등급은 녹지가 가장 불량한 지역이며, 6등급은 가장 양호한 녹지를 나타내게 된다.

서울에서 1979년에서 1990까지의 GVI의 변화량은 1990년의 GVI에서 1979년의 GVI 빼어서 계산하였기 때문에 녹지가 훼손되면 陰數, 개선되면 陽數값을 갖는다. GVI변화등급도 전술한 바와 같이 변화량 0을 기준으로 같은 방법으로 6등급으로 구분하였다. 따라서 GVI 변화등급 1은 가장 극심하게 훼손된 지역, 6은 가장 현저하게 개선된 지역을 의미한다.

본 연구에서 사용한 1979년 및 1990년 중에 본 연구의 분석에 중대한 영향을 미칠 수 있는 두가지 변화가 있었다. 첫째, 1982년에 기공하여 1986년에 준공된 한강종합개발사업은 한강의 流路 및 水表面의 형상을 현저히 변화시켰다. 둘째, 이 기간중에 서울시의 행정구역 중 일부가 光明市로 편입되고, 자치구의 수는 17개 에서 22개로 증가되었다. 그러나 분석작업 및 결과물 표현의 편의를 위해서 서울시 행정구역 내의 수면의 분포와 행정구역경계는 1990년 현재의 상태를 기준으로 한다.

### 4. 서울시의 1979년도 綠色植生指數

#### 가. 概 觀

서울의 1979년의 MSS자료를 전술한 방법에 의하여 綠色植生指數(GVI)를 계산하고 결과물을 75×75m격자로 좌표변환하였다. IDRISI의 영상 스트레치(Stretch) 기능을 이용하여 0~255의 整數로 변환시킨 결과 서울지역의 총 108,653개 격자별 GVI의 최저치는 19, 최대치는 223이었으며, 평균 95.62, 표준편차 30.64이었다. 서울시의 1979년의 녹지현황은 <도 1>과 같다. 여기에서 우측 범례에 제시된 스펙트럼의 상단은 GVI가 가장 낮은 것이며,

하단으로 내려올 수록 증가된다. 이 영상을 이용한 서울시의 녹지현황은 다음의 여섯가지의 특징을 갖는다.

첫째, 서울시의 시가화 구역은 시외곽에 소재하는 대면적의 산림과 농경지에 위요되어 景觀生態學에서 말하는 攪亂地域(Disturbed Patch)의 특성을 갖고 있다(Forman and Godron 1986). 江北은 인왕산, 북한산, 도봉산, 수락산, 불암산, 아차산 등의 連峰이 서울을 감싸고 있고, 江南은 대모산, 구룡산, 청계산, 우면산, 관악산이 감싸고 있다. 서울시계에 가까운 한강변의 논도 녹지요소로서 중요한 역할을 하고 있다.

둘째, GVI가 가장 높은 녹지요소는 논이다. 대면적의 양호한 농경지는 주로 江南의 외곽에 분포하고 있다. 즉 탄천변에 소재한 강남구 栗峴洞과 細谷洞 일대, 송파구의 長旨洞, 강동구의 下一洞과 강서구 果海洞, 양천구의 木洞 및 新月洞 지역의 논이 GVI가 특히 높고, 김포공항 주변의 空港洞, 麻谷洞 및 五谷洞의 논도 GVI가 높다. 江北에는 마포구 上岩洞 및 중랑구의 新內洞 지역에 비교적 대면적의 GVI가 높은 논이 분포하고 있다.

셋째, 산림중 GVI가 가장 높은 지역은 서울시민에게 인지도가 높지 않은 야산에 주로 분포하고 있다. 서초구 우면산 남사면과 구룡산 남사면 및 청계산 북동사면, 성동구 廣壯洞의 아차산 서사면, 노원구 孔陵洞의 태릉선수촌 뒷산, 은평구 津寬內洞의 구과발 전철역 동편의 야산, 舊把撥洞의 鷹峰(235.7m)에서 남편의 龜山洞 峰山을 연결하는 능선의 동편 산록, 구로구 航洞의 야산(145.7m) 및 宮洞과 부평시 鵲洞의 경계에 위치한 야산(137m) 등에는 GVI가 높은 산림이 분포하고 있다. 도봉산 및 북한산 중북 이상, 성북구 정릉계곡 중북 이상, 종로구의 舊基洞, 平倉洞 북측능선 등의 북한산 국립공원은 GVI가 높다. 그러나 관악산은 奉天洞의 낙성대 방향 북사면 산록 이외의 지역은 GVI가 낮은 편이다.

넷째, 서울의 시가화 구역의 점진적 확장에 따라서 배후녹지의 연결성이 현저히 저하되고 있는 녹지도 있다. 도봉구 樊洞의 드림랜드 일대 구룡지는 牛耳川 동편의 월계동 뒷산(102m)과 함께 비교적 잘 보존되어 있지만 道峰路에 의하여 북한산과 단절되었고, 下溪洞 일대의 개발이 시작되어 동편의 불암산과 단절되어 가고 있다. 西草洞 강남성모병원과 법원단지 및 方背洞의 효령대군묘를 연결하는 능선도 방배역부근 및 남부순환도로변의 개발에 따라서 우면산과 단절되고 있다. 그러나 북한산과 연결된 인왕산 및 종묘와 창덕궁후원 등은 시가지 내로 반도의 형태로 돌출되어 있지만 잘 보존되고 있다.

다섯째, 시가화 구역의 확장에 따라서 주변의 背後綠地와 고립된 殘存綠地 중에서 비교적 넓은 면적을 점유하는 것은 남산, 용산의 미 8 군용지, 홍릉, 安岩洞의 고려대 뒷산, 성동구 陵洞의 어린이대공원 등이다. 서대문구의 안산 및 봉원사 일대의 양호한 산림은 義州路 상의 무악재와 모래내길에 의하여 인왕산 및 백련산으로 부터 단절되었다. 이외에도 마포구의 老姑山 및 臥牛山과 같은 야산, 성동구 성수동의 경마장 및 독섬유원지, 銅雀洞 국립묘지, 보라매공원 및 大方洞 육군본부 부지 등의 군사시설도 비교적 양호한 녹지상태를

유지하고 있다. 이들은 인접한 주거지역으로부터의 접근성이 양호하여 보존의 가치가 대단히 높다.

여섯째, 서울의 개발지역은 GVI가 대단히 낮으며, 특히 강북의 서울역에서부터 청량리에 이르는 종로, 을지로 및 청계천 측은 GVI가 대단히 낮다. 또한 영등포 부도심 일대 및 공업지역도 GVI가 낮음을 알 수 있다. 그러나 1979년에는 영동구획정리 사업지구의 개발 밀도가 높지 않아 강북 보다는 GVI가 높은 편이다. 현재의 강동대로와 둔촌로 교차점 북동 코너의 둔촌동 주택공사 아파트 단지는 당시에 택지조성 공사가 진행중이어서 주변에 비해서 GVI가 낮다.

#### 나. 自治區別 綠色植生指數의 比較

서울시의 1979년의 지역별 녹지의 면적 및 질의 분포를 조사하기 위하여 22개 구별 GVI 현황을 <표 5>와 같이 정리하였다. 이 표의 GVI등급은 전술한 바와 같이 평균 및 표준편차를 고려하여 여섯 등급으로 구분되었으며, 1등급은 GVI가 가장 낮고, 6등급은 가장 높다. 이 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 구별 녹지상태의 척도가 되는 GVI 평균에 의하면 서울시에서 녹지상태가 가장 양호한 구는 江西區로서 4.05이며, 가장 낮은 구는 中區의 3.09이다. 서울시의 GVI 평균은 3.54이며, 표준편차는 0.32이다. 그러나 강북과 강남의 GVI 평균은 각 3.556과 3.744로서 강남이 강북에 비하여 녹지상태가 양호한 편이다.

둘째, GVI 평균이 가장 높은 자치구는 강서구, 노원구, 도봉구, 서초구, 송파구, 강동구, 양천구의 순이다. 綠被率이 가장 높고 植生生長狀態가 가장 풍부한 GVI 6등급인 격자의 비율이 가장 높은 구는 강서구, 양천구 및 송파구의 순으로서 전체면적의 각 3.55%, 3.47% 및 2.69%를 점하고 있다.

셋째, GVI 평균이 특히 낮은 구는 중구, 영등포구, 동대문구, 용산구, 성동구, 동작구, 서대문구 등 주로 江北에 위치하고 있다. 그러나 현재 식생이 전혀 없거나 거의 없는 지역인 GVI 1의 점유비율이 가장 높은 구는 송파구, 강동구, 강남구의 순으로서 전체면적의 각 0.25%, 0.19% 및 0.07%를 점유하고 있다. 이것은 당시에 이들 강남지역에 整地工事が 활발히 진행중이었음을 의미한다.

#### 5. 서울시의 1990년도 綠色植生指數

##### 가. 概 觀

서울의 1990년의 TM자료를 전술한 방법에 의하여 綠色植生指數(GVI)를 계산한 결과 총 108,653개 격자별 GVI의 최저치는 13, 최대치는 213이었으며, 평균 67.43, 표준편차 19.75이었다. 서울시의 1990년의 녹지현황은 <도 2>와 같다. 이 영상은 1980년대 중의 서울시의 시가화구역의 확대에 따른 도시외곽녹지의 훼손, 도시내 녹지 및 나지의 개발에 따른 GVI의 저하, 이 기간 중의 식생생장에 따른 도시녹지의 부분적 향상, 1979년과 달리 4월 하순

〈표 5〉 서울시 綠色植生指數 現況(1979)

구	분	녹색식생지수 (GVI) 등급						GVI 평 균
		1	2	3	4	5	6	
종로구	적자수	0	0	2,019	1,474	667	7	3.68
	(%)	0	0.0	48.45	35.37	16.01	.17	
중구	적자수	0	1	1,677	162	2	0	3.09
	(%)	0	.05	91.04	8.79	.11	.0	
용산구	적자수	0	17	2,461	577	115	8	3.26
	(%)	0	.53	77.44	18.16	3.62	.25	
성동구	적자수	2	24	4,200	873	225	23	3.26
	(%)	.04	.45	78.55	16.33	4.21	.43	
동대문구	적자수	0	0	2,034	377	95	4	3.23
	(%)	0	0.0	81.04	15.02	3.78	.16	
충무구	적자수	0	1	1,661	964	601	49	3.71
	(%)	.0	.03	50.70	29.43	18.35	1.50	
성북구	적자수	0	0	2,360	1,031	869	21	3.66
	(%)	.0	0.0	55.13	24.08	20.30	.49	
도봉구	적자수	0	2	2,931	2,393	2,754	43	3.99
	(%)	.0	.02	36.08	29.46	33.90	.53	
노원구	적자수	0	0	1,593	2,908	1,721	68	4.04
	(%)	.0	0.0	25.33	46.23	27.36	1.08	
은평구	적자수	0	0	2,759	2,109	1,025	147	3.76
	(%)	.0	0.0	45.68	34.92	16.97	2.43	
서대문구	적자수	0	0	1,759	701	432	27	3.56
	(%)	.0	0.0	60.26	24.02	14.80	.92	
마포구	적자수	0	14	2,558	570	368	91	3.43
	(%)	.0	.39	71.04	15.83	10.22	2.53	
양천구	적자수	0	0	1,420	847	797	110	3.87
	(%)	.0	0.0	44.74	26.69	25.11	3.47	
강서구	적자수	0	58	2,324	1,915	2,279	242	4.05
	(%)	.0	.85	34.09	28.09	33.43	3.55	
구로구	적자수	0	2	3,561	1,245	902	83	3.57
	(%)	.0	.03	61.47	21.49	15.57	1.43	
영등포구	적자수	1	83	2,937	379	122	45	3.19
	(%)	.03	2.33	82.34	10.63	3.42	1.26	
동작구	적자수	1	97	2,273	600	238	18	3.32
	(%)	.03	3.01	70.44	18.59	7.38	.56	
관악구	적자수	0	0	2,316	2,033	756	24	3.71
	(%)	.0	0.0	45.16	39.64	14.74	.47	
서초구	적자수	0	49	2,642	3,066	2,434	103	3.99
	(%)	.0	.59	31.85	36.97	29.35	1.24	
강남구	적자수	5	108	3,003	2,063	1,554	177	3.81
	(%)	.07	1.56	43.46	29.86	22.49	2.56	
송파구	적자수	14	73	1,863	1,826	1,648	150	3.98
	(%)	.25	1.31	33.42	32.76	29.57	2.69	
강동구	적자수	8	101	1,458	1,305	1,334	77	3.95
	(%)	.19	2.36	34.04	30.47	31.15	1.80	

에 취득한 영상의 이용에 따른 계절적 차이 등으로 인하여 상당히 다른 결과를 얻었다.

첫째, 1979년의 GVI와는 달리 농경지의 GVI가 산림식생 보다 낮게 나타났다. 이와 같은 결과를 초래한 가장 중요한 이유는 모내기 전의 영상을 이용하였기 때문일 것이다. 따

라서 강서구 김포공항 주변의 농경지는 인접한 개화산 보다 GVI가 낮고, 탄천변의 농경지도 주변의 구룡산과 대모산 보다 낮다. 또한 1980년 대에 서울시의 자연녹지중 논·밭의 면적이 반감하였으며, 특히 이 기간 중에 강동구 高德洞과 明逸洞에는 농경지에 대규모 택지개발사업을 추진하였고, 강남구 水西洞 일대에서도 택지조성사업이 추진되었다. 강동구 下一洞, 강서구 空港洞 및 果海洞 등의 농지가 보전된 지역도 벼농사로부터 채소 등의 근교농업으로의 作目轉換, 부동산 가격의 앙등에 따른 유휴농지면적의 증대 등의 이유로 GVI가 감소되는 추세에 있다.

둘째, 일반적으로 산림의 GVI가 농경지보다 양호하다. 특히 양호한 산림은 우면산의 남사면, 남산의 정상 부근 및 북사면, 홍릉, 노원구 동편 市界상의 노원고개 남서향 사면, 도봉산과 북한산 일대의 8부 능선이하 산록 및 계곡의 GVI가 가장 높다.

셋째, GVI가 가장 높은 곳은 용산 미8군의 골프장 및 성수동 경마장 부지의 草地이다. 이와 같이 골프장으로 이용되는 초지가 산림 보다 GVI가 높은 것은 특히 녹피율이 높고 이른 봄부터 왕성한 생육을 하기 때문이다. 그러나 동작동 국립묘지의 묘역은 외곽의 산림과 GVI가 유사하다. 이것은 들잔디의 開舒期가 양잔디보다 늦으며, 참배로의 포장 및 묘비 등으로 인하여 묘역의 GVI가 일반초지보다 저하되기 때문인 것으로 판단된다.

넷째, 서울시 외곽에서의 시가화구역의 급속한 확대 및 시가지내 잔존녹지의 개발에 따라서 대규모 녹지는 시외곽에만 존재하고 있어 개발제한구역 혹은 각종 공원으로 지정된 녹지의 보존필요성이 더욱 부각되고 있다. 高密度 市街化區域의 범위는 江北의 거의 전역으로 확산되었고, 江南區 전역에는 각종 대형 상업 및 업무용 건물이 대로변을 중심으로 본격적으로 건설됨에 따라서 幹線道路網의 윤곽이 뚜렷해졌다. 이것은 영동구획정리사업지구의 나지에 있는 기존식생 혹은 농작물, 주거지역의 녹지공간이 가로수 및 분리대가 조성된 대로변 혹은 상업·업무용 대지보다 녹지상태가 양호함을 의미한다. 강남구에 존재하는 삼릉공원, 청담공원, 도산공원, 학동공원 및 봉은사 사찰림 등의 녹지는 주변지역의 개발에 의해서 1979년보다 그 크기는 감소되었지만, GVI는 상당히 증가된 모습을 볼 수 있다.

다섯째, 신개발 주거지역, 도로, 공원, 하수처리장, 고수부지 등의 公共施設物은 시간의 경과에 따라서 GVI가 상당히 개선되고 있다. 올림픽공원과 잠실 서울종합운동장 일대, 중랑천과 탄천하수처리장 주변의 녹지 등은 주변지역보다 GVI가 상당히 높은 것을 알 수 있다. 리샘플링전의 영상에서는 압구정동 및 잠실주공 5단지 고층아파트 주거동 간의 녹지를 뚜렷히 식별할 수 있었지만, 저층아파트단지는 인동간격의 협소로 인하여 GVI가 낮은 것을 확인할 수 있었다.

여섯째, 한강 고수부지, 안양천, 중랑천, 탄천, 양재천 등의 하천변의 線型綠地 및 경부고속도로와 한강변의 잠원동, 압구정동, 잠실동 등의 아파트단지와 올림픽대로 사이에 조성된 緩衝綠地는 주변의 시가지에 비해서 GVI가 현저히 높다. 경부고속도로의 신사IC, 반

포IC, 서초IC 및 청담동의 영동대교 남단의 시설녹지 등은 線型綠地의 結節點으로서의 역할을 확인할 수 있다. 이들 선형녹지는 도시내 잔존녹지를 연결시켜 綠地體系를 구성할 수 있는 유용한 자원이기 때문에 그들의 보전에 주력하여야 할 것이다.

#### 나. 自治區別 綠色植生指數의 比較

서울시의 1990년의 지역별 녹지의 면적 및 질의 분포를 조사하기 위하여 22개 구별 GVI 현황을 <표 6>과 같이 정리하였으며, 그 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 서울시에서 GVI가 가장 높은 구는 노원구의 4.10이며, 가장 낮은 구는 영등포구의 2.96이다. 서울시의 GVI 평균은 3.54이며, 표준편차는 0.32이다. 江北과 江南의 GVI 평균은 3.57과 3.51으로서 강남이 강북보다 낮다. 이것은 1980년대 중에 江南에는 대규모 개발사업의 추진에 따라서 훼손된 녹지의 면적이 크고, 농경지의 GVI가 현저하게 낮아진 반면에 江北에서는 개발사업이 상대적으로 활발하지 않았고, 山林植生이 상당히 양호해졌기 때문으로 판단된다.

둘째, 평균 GVI가 높은 구는 노원구, 도봉구, 서초구, 종로구, 관악구, 은평구, 강남구의 순으로서 그 범위는 3.75~4.10이다. 녹지상태가 가장 양호한 등급인 GVI 6의 분포비율이 가장 높은 구는 도봉구, 노원구 및 서초구의 순으로서 각 16.58%, 10.14% 및 8.50%의 면적을 점유하고 있다. 이들 구에는 잘 보존된 산림이 점유하는 면적의 비율이 다른 구에 비해서 상대적으로 높기 때문이다.

셋째, 평균 GVI가 낮은 구는 영등포구, 동대문구, 중구, 마포구, 성동구, 양천구, 구로구의 순으로서 그 범위는 2.96~3.30이다. 녹지가 가장 불량한 등급인 GVI 1 등급에 속하는 격자는 강서구에 23개, 영등포구에 1개가 위치하며, 이들의 점유비율은 각 0.34% 및 0.03%이다. 이와 같이 GVI 1 등급인 격자가 1979년에 비해서 현저히 감소된 이유는 대규모 토지개발사업 공사현장이 감소된 대신에 김포공항 신청사 등의 바닥면적이 넓은 건물의 수가 많지 않기 때문이다.

### 6. 서울시 都市綠地의 變化分析(1979~1990)

#### 가. 概 觀

서울시의 1979~1990년 간의 녹지의 변화는 1990년의 녹색식생지수(GVI)에서 1979년의 GVI를 빼어서 계산하였다. 서울의 1979년과 1990년의 GVI는 평균값이 일치하지 않기 때문에 변화량을 알기 위해서는 표준화시켰어야 한다. 표준화된 GVI가 1~255의 범위내에 있도록 하기 위하여 1979년과 1990년 GVI의 평균치 간의 차이를 계산하여 1979년도 GVI에는 그 반인 14.1을 빼고, 1990년도 GVI에는 이 값을 더하여 표준화하였다.

이 기간 중의 서울의 GVI 변화량의 최저값은 -150, 최고값은 145이었다. GVI가 감소된 것은 해당 격자가 1979년에 비해서 1990년에 녹피율이 저하되었거나 식생의 활력도가 저하된 것을 의미한다. 특히 최저값은 양호한 식생의 활력도가 현저히 저하되거나 대규모

〈표 6〉 서울시 綠色植生指數 現況(1990)

구	분	녹색식생지수 (GVI) 등급						GVI 평 균
		1	2	3	4	5	6	
종로구	적자수 (%)	0 .0	156 3.74	1,592 38.20	1,525 36.60	769 18.45	125 3.00	3.79
중구	적자수 (%)	0 .0	195 10.59	1,301 70.63	198 10.75	79 4.29	69 3.75	3.20
용산구	적자수 (%)	0 .0	214 6.73	1,818 57.21	774 24.35	238 7.49	134 4.22	3.45
성동구	적자수 (%)	0 .0	574 10.73	3,365 62.93	1,006 18.81	311 5.82	91 1.70	3.25
동대문구	적자수 (%)	0 .0	191 7.61	1,921 76.53	276 11.00	80 3.19	42 1.67	3.15
종로구	적자수 (%)	0 .0	74 2.26	1,564 47.74	977 29.82	552 16.85	109 3.33	3.71
성북구	적자수 (%)	0 .0	138 3.22	2,275 53.14	995 23.24	720 16.82	153 3.57	3.64
도봉구	적자수 (%)	0 .0	291 3.58	3,253 40.05	1,410 17.36	1,822 22.43	1,347 16.58	4.08
노원구	적자수 (%)	0 .0	115 1.83	2,124 33.77	1,686 26.80	1,727 27.46	638 10.14	4.10
은평구	적자수 (%)	0 .0	85 1.41	2,514 41.62	2,329 38.56	998 16.52	114 1.89	3.76
서대문구	적자수 (%)	0 .0	49 1.68	1,523 52.18	1,055 36.14	263 9.01	29 .99	3.55
마포구	적자수 (%)	0 .0	178 4.94	2,703 75.06	576 16.00	106 2.94	38 1.06	3.20
양천구	적자수 (%)	0 .0	167 5.26	2,227 70.16	593 18.68	175 5.51	12 .38	3.26
강서구	적자수 (%)	23 .34	524 7.69	3,310 48.55	2,286 33.53	545 7.99	130 1.91	3.47
구로구	적자수 (%)	0 .0	765 13.21	3,106 53.62	1,397 24.12	466 8.04	59 1.02	3.30
영등포구	적자수 (%)	1 .03	835 2.33	2,181 82.34	424 10.63	101 3.42	25 1.26	2.96
동작구	적자수 (%)	0 .0	162 5.02	2,126 65.88	689 21.35	205 6.35	45 1.39	3.33
관악구	적자수 (%)	0 .0	123 2.40	2,010 39.19	1,994 38.88	922 17.98	80 1.56	3.77
서초구	적자수 (%)	0 .0	133 1.60	2,811 33.89	2,465 29.72	2,180 26.28	705 8.50	4.06
강남구	적자수 (%)	0 .0	236 3.42	3,132 45.33	2,001 28.96	1,183 17.12	358 5.18	3.75
송파구	적자수 (%)	0 .0	243 4.36	3,209 57.57	1,613 28.94	375 6.73	134 2.40	3.45
강동구	적자수 (%)	0 .0	80 1.87	1,882 43.94	1,525 35.61	685 15.99	111 2.59	3.73

건물의 신축, 광장 혹은 도로의 건설을 의미한다. 반대로 GVI의 증가는 식재지가 조성되었거나 식생의 활력이 현저히 향상되었음을 의미한다.

서울시의 GVI의 變化量을 전술한 바와 같이 GVI 변화량 0 및 표준편차를 이용하여 6등

급으로 구분한 결과는 <표 7> 및 <도 3>과 같다. 여기서 1등급은 1979년에 비해서 GVI가 현저히 훼손된 지역을 표시하며, 6등급은 1979년에 비해서 현저히 개선된 것을 의미한다. 서울시 행정구역내의 수면은 1990년의 영상에서 구분하여 등급 7로 표시하였다. 이 기간중의 서울시 녹지의 변화는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, GVI가 감소된 격자는 모두 45,339개로서 전체의 41.73%를 점유하며, GVI가 증가된 격자는 59,141개로서 점유율은 54.43%이다. 점유율이 가장 높은 등급은 전체의 44.6%를 차지하는 4등급이며, 이 등급에 속하는 격자는 주로 1980년대 이전에 조성된 시가지 내에 존재한다. 이것은 서울시 전체로는 이 기간 중에 도시녹지의 면적과 질이 향상된 지역이 저하된 지역에 비해서 넓은 것을 나타낸다. 그러나 GVI 변화등급 1에 속하는 격자수는 6등급에 속하는 격자수의 3배 이상에 달하여 양호한 도시 녹지의 훼손면적이 신규조성되는 우량녹지면적의 3배에 달하고 있다. 이와 같은 우수녹지는 서울시의 극히 일부분에 불과하기 때문에 향후에 이들을 보존하기 위한 조치가 시급하다.

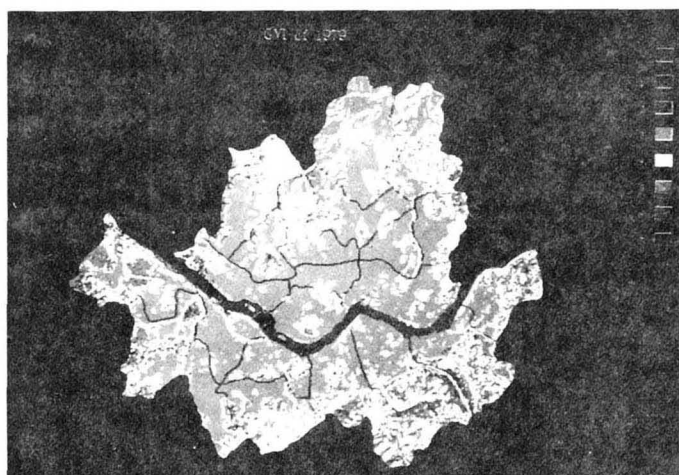
둘째, 이 기간 중에 녹지가 극심하게 훼손된 지역 즉 GVI 변화등급 1 및 2에 속하는 격자는 전체면적의 각 3.34% 및 12.6%를 점유하고 있다. 즉 GVI 변화등급 1인 격자의 밀집분포지역은 양천구의 木洞新市街地, 강서구의 金浦空港 擴張地域, 송파구의 可樂洞 농수산물 도매시장 및 올림픽훼미리 아파트 지역, 마포구의 난지도 쓰레기매립장 등이다. 녹지의 대규모 훼손지역은 주로 강남에 분포하고 있다. 강동구의 岩寺洞, 高德洞, 明逸洞, 吉洞, 송파구의 可樂洞, 芳蔦洞, 巨餘洞, 서초구와 강남구를 동서로 관통하는 남부순환도로와 양재대로 간의 牛眼洞, 良才洞, 浦一洞, 開浦洞, 大峙洞, 水西洞 및 올림픽공원, 양천구 木洞, 高尺洞, 新月洞, 溫水洞, 禿山洞 등의 자연녹지 혹은 생산녹지의 시가화가 광범위하게 이루어졌다.江北은 노원구의 上溪洞, 中溪洞, 下溪洞, 도봉구의 放鶴洞, 倉洞, 樊洞, 중랑구의 新內洞, 서대문구 延禧洞과 弘恩洞, 마포구 上岩洞 난지도의 GVI가 현저히 저하되었다.

셋째, 自然綠地 혹은 公園內 山林植生の GVI는 전반적으로 향상되어 대기오염 혹은 행락객의 이용압력의 영향으로 인한 녹지훼손은 아직 광범위하게 발생되지 않는 것으로 판단된다. 즉 구룡산, 대모산 북사면, 청계산 북사면, 불암산 서사면, 수락산 남서사면 등의 외

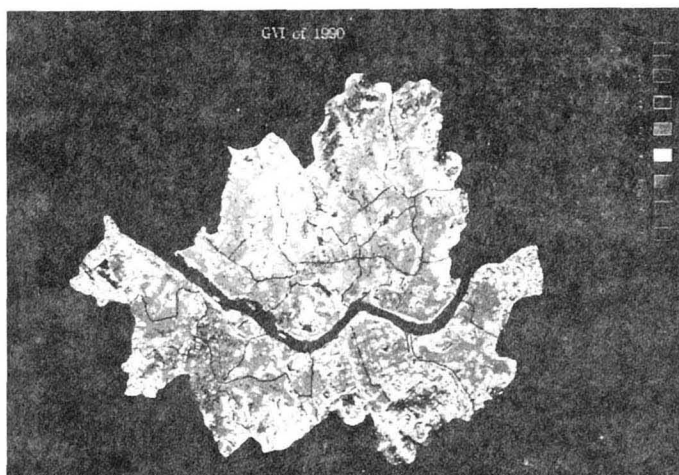
<표 7> 서울시의 綠色植生指數의 變化(1979~1990)

등 급	CVI 감소			CVI 증가			수 면	합 계
	1	2	3	4	5	6		
구 분	>2SD	1-2SD	0-1SD	0-1SD	1-2SD	>2SD		
격 자 수	3,626	13,689	28,024	48,463	9,577	1,101	4,173	108,653
비율(%)	3.34	12.60	25.79	44.60	8.82	1.01	3.84	100.00

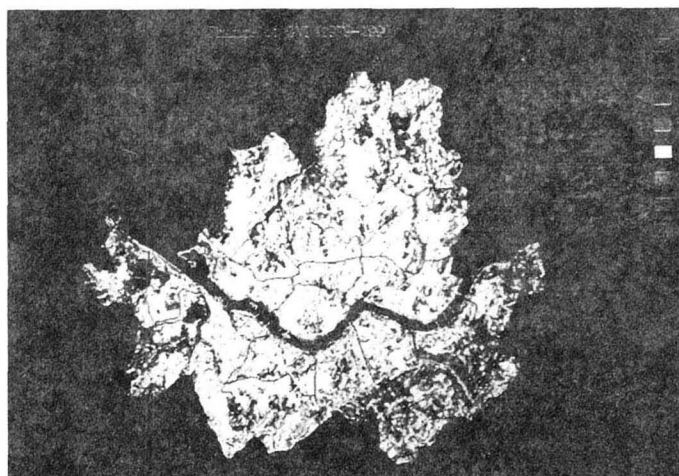




〈도 1〉 서울시 綠色植生指數  
(GVI)



〈도 2〉 서울시 綠色植生指數  
(GVI)



〈도 3〉 서울시 綠色植生指數  
(GVI)變化

곽에 위치한 산림은 물론 남산의 북사면, 홍릉, 종묘 및 창덕궁후원, 삼릉공원, 봉은사 등의 도심에 소재한 소규모 잔존녹지의 GVI도 개선되었다. 그러나 성북구 정릉계곡 표고 300m 이상 지역 및 만경대—대동문 능선의 표고 500m 이상 지역의 신갈나무—소나무—물

〈표 8〉 서울시 區別 綠色植生指數의 變化(1979~1990)

구	분	녹생식생지수 (GVI) 변화등급						합 계
		1	2	3	4	5	6	
종로구	적자수 (%)	15.36	376.02	1,201.82	2,109.61	421.10	45.08	4,167.00
중구	적자수 (%)	0.0	4.22	107.81	1,320.66	359.49	52.82	1,842.00
용산구	적자수 (%)	5.16	70.20	486.29	2,008.18	544.12	65.05	3,178.00
성동구	적자수 (%)	37.69	248.64	1,065.92	3,270.16	621.61	106.98	5,347.00
동대문구	적자수 (%)	21.84	135.38	441.57	1,630.94	260.36	23.92	2,510.00
종랑구	적자수 (%)	57.74	338.32	850.95	1,704.01	307.37	20.61	3,276.00
성북구	적자수 (%)	22.51	467.91	1,188.75	2,226.00	330.71	48.12	4,281.00
도봉구	적자수 (%)	74.91	931.46	2,759.97	3,685.37	620.63	54.66	8,123.00
노원구	적자수 (%)	190.02	932.82	2,240.61	2,323.93	559.89	46.73	6,290.00
은평구	적자수 (%)	162.68	677.21	1,658.45	3,133.87	388.62	22.36	6,040.00
서대문구	적자수 (%)	46.58	333.41	715.49	1,545.93	271.28	9.31	2,919.00
마포구	적자수 (%)	235.53	319.86	626.38	2,048.87	339.41	34.94	3,601.00
양천구	적자수 (%)	425.39	640.16	952.99	1,056.27	97.06	4.13	3,174.00
강서구	적자수 (%)	915.42	1,709.07	1,726.32	2,031.79	399.85	38.56	6,818.00
구로구	적자수 (%)	165.85	752.98	1,391.01	3,059.81	412.11	14.24	5,793.00
영등포구	적자수 (%)	73.05	192.38	529.83	2,315.90	436.22	22.62	3,567.00
동작구	적자수 (%)	41.27	194.01	705.85	1,898.82	359.12	30.93	3,227.00
관악구	적자수 (%)	88.72	417.13	1,465.56	2,781.22	372.25	6.12	5,129.00
서초구	적자수 (%)	116.40	1,296.63	2,895.90	2,951.58	895.79	141.70	8,294.00
강남구	적자수 (%)	230.33	1,104.98	1,965.44	2,667.60	829.00	115.66	6,910.00
송파구	적자수 (%)	505.06	1,592.56	1,556.92	1,386.87	455.16	80.44	5,574.00
강동구	적자수 (%)	194.53	932.76	1,460.09	1,275.77	298.96	124.90	4,283.00

오리나무 군집(이정재 1987)은 GVI가 현저히 감소되었으며, 관악산 북사면의 표고 200m 이상 지역도 식생이 악화되었다. 서울의 大氣逆轉層의 높이는 200m를 초과하는 예가 많지 않은 것으로 알려져 있으며, 그 이하의 산림의 GVI는 향상되었기 때문에 높은 산의 GVI가 저하된 이유는 분명치 않다.

넷째, 市街化區域 내의 施設綠地의 GVI는 전반적으로 상당히 향상되었다. 특히 GVI가 가장 크게 증가된 격자는 주로 1986년에 완공된 漢江綜合開發計劃에 따라서 조성된 강동구 천호대교 상류, 잠실선착장 부근 및 잠원동의 漢江市民公園에 분포하고 있다. 이 외에도 반포, 신반포, 압구정동, 잠실 주공 5단지, 아시아 선수촌 아파트 등의 대규모 고층아파트단지의 GVI도 다소 향상되어 이들 단지내의 녹지의 생육상태가 비교적 양호한 것으로 판명되었다.

#### 나. 自治區別 綠色植生指數의 變化(1979~1990)

서울시의 1979~1990 간의 지역별 綠地의 面積 및 活力度의 變化를 조사하기 위하여 22개 구별 GVI 變化量을 <표 8>과 같이 정리하였으며, 그 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 이 기간 중에 自治區別 GVI의 극심한 低下는 일부구에서 집중적으로 발생되고 있다. 즉 GVI 변화등급 1등급에 속하는 격자수의 비율은 양천구, 강서구, 송파구 및 마포구의 순으로서, 각각 면적의 13.42%, 13.39%, 9.06% 및 6.53%를 점유하고 있다. 그러나 강북에 위치한 중구, 용산구, 종로구, 성북구, 성동구, 동대문구, 도봉구에는 1등급에 속하는 격자의 수가 1% 미만이어서 이 기간 중에 개발사업이 활발하지 않았음을 알 수 있다.

둘째, 植生이 현저하게 改善되는 지역은 전 자치구에 비교적 균등하게 분포한다. 즉 GVI 변화등급 6등급은 강동구, 중구, 용산구 및 성동구의 순으로 분포하며, 각각 면적의 2.90%, 2.82%, 2.05% 및 1.98%를 점유한다. 이들 격자들의 주요 分布地域은 강동구의 한강시민공원, 중구의 남산 북사면, 용산구의 미 8군 용지, 성동구 탄천하류의 하수처리장 및 성수동 경마장 일대 등이다. 특히 중구, 용산구 및 강남구에는 GVI 5 및 6등급의 격자가 각 22.31%, 19.17% 및 13.66%를 점유하여 都市綠地가 빠른 속도로 개선되고 있는 것으로 판단된다.

## V. 結 論

본 연구는 衛星映像資料를 이용하여 1979년과 1990년의 서울의 綠色植生指數(GVI)를 산출하여 綠被率 및 活力度를 평가하였다. 이 작업은 IBM PC/386 호환기종을 이용하여 신속하고, 정확하게 서울의 綠地狀態를 분석하여 종래의 현지조사 방법에 비해서 경제적이고, 영상출력 및 분석방법은 녹지의 空間的 分布 및 變化程度를 용이하게 전달할 수 있고, 종래의 국지적 대상에 대한 연구의 결과를 무리하게 일반화시키는 제약을 극복할 수 있었다.

본 研究의 結果는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 1979년의 衛星映像을 이용하여 계산한 GVI는 서울의 탄천 및 김포공항 주변의 논의 가장 높았고, 서울시민에게 인지도가 높지 않은 포고 250m 이하의 野山의 植生이 북한산 혹은 관악산 등의 높은 산에 비해서 양호한 것으로 판정되었다. 江北의 남산, 홍릉, 노고산, 와우산 등의 도심에 근접한 야산은 주변의 시가화에 따라서 殘存綠地로 변했고, 도봉구 드림랜드 일대는 背後綠地와 단절되어 가고 있다. 江南에는 未開發綠地가 외곽에 넓게 분포하여 GVI 평균은 3.74로서 강북의 3.56에 비해서 식생이 양호한 편이다.

둘째, 1990년의 衛星映像을 이용하여 계산한 GVI에 의하면 시가지 내의 녹지가 개발되어 殘存綠地의 規模가 축소되고, 시가지로부터 외곽에 위치한 녹지까지의 거리가 확대되고 있다. 이 기간 중에 강서구, 양천구 및 송파구 등지의 외곽에 존재하는 넓은 녹지가 훼손되어 江北과 江南의 GVI평균이 3.57과 3.51로서 江南이 더 열악한 결과를 얻었다. 골프장 및 경마장 등의 草地와 山林의 GVI가 논에 비해서 높은 것으로 판명되었는데, 이것은 모내기를 하지 않은 4월 하순에 수신된 衛星映像의 사용 이외에 부동산 투기에 따른 遊休農耕地面積의 증가도 영향을 미친 것으로 판단되어 추후의 연구가 필요하다.

셋째, 1979~1990년 중에 綠地狀態가 가장 심각하게 훼손된 지역은 양천구, 강서구, 송파구 및 마포구의 순으로서 주로 대규모 택지의 개발, 공항 및 쓰레기매립장의 확장사업에 기인한다. 綠地가 현저히 惡化된 地域 즉 GVI변화등급 1과 2에 속하는 격자수는 전체의 15.94%에 달한다. 반면에 綠地狀態가 현저히 改善된 地域 즉 GVI변화등급 5와 6에 속하는 격자수는 전체의 9.83%에 달한다. 山林植生 중에서 현저히 改善된 곳은 대모산, 구룡산, 우면산, 청계산, 불암산, 수락산, 남산 및 홍릉 등이며, 북한산과 관악산의 정상 혹은 능선 부근은 식생상태가 다소 악화되었다. 따라서 大氣汚染의 악화 혹은 行樂客의 과도한 利用壓力에도 불구하고 山林植生이 전반적으로는 향상되고 있다. 施設綠地 중에서 식생이 현저하게 향상된 곳은 漢江市民公園이며, 경부고속도로 및 올림픽대로 변의 緩衝綠地도 상당히 향상되었다. 그러나 올림픽공원 및 양재동 시민의 숲은 식생이 향상되지 않았다.

### 〈참 고 문 헌〉

- 김준호(1991), “대기오염에 의한 도시림의 쇠퇴증후군”, 『도시·산림·환경 심포지움 보고서』, 한국조경학회 및 산림청, pp. 3-25.
- 박종화(1991a), “토지개발사업의 환경영향평가”, 『토지연구』 3·4월호, pp. 42-54.
- 박종화(1991b), “도시녹지의 현황 및 정비방안”, 『도시·산림·환경 심포지움보고서』, 한국조경학회 및 산림청, pp. 53-74.
- 서동조(1990), 『지리정보시스템을 이용한 도시오픈스페이스의 분석에 관한 연구』, 서울대

- 학교 환경대학원 석사학위논문.
- 서울시, 『통계연보 : 1980~1991』.
- 양병이, 김정옥, 박종화(1991), “서울의 녹지보전실태와 영향요인에 관한 연구”, 『환경논총』 29, pp. 37-81.
- 이경재, 김준선, 우종서(1987), “북한산국립공원의 토양 및 식생에 대한 이용영향 및 심리적 수용력의 연구”, 『응용생태연구』 1-1, pp. 35-47.
- 이경재, 박인협, 조재창(1987), “북한산 지역의 산림군집구조에 관한 연구”, 『응용생태연구』 1-1, pp. 1-23.
- 이경재(1990), “서울도시림의 현황과 효율적 관리방안”, 『서울의 환경보전 세미나 보고서』, 서울시 및 서울대학교 환경대학원, pp. 21-31.
- 金振仙(1991), 『高密度市街地における緑被地の分布特性とその構成に関する研究』, 千葉 : 千葉大學 博士學位論文.
- 田畑貞壽(1979), 『都市のグリーンマトリクス』, 東京 : 鹿島出版會.
- Crist, Eric P. and Richard C. Ciccone(1984), “Comparison of the Dimensionality and Features of Simulated Landsat-4 MSS and TM Data,” *Remote Sensing of Environment* 14, pp. 235-246.
- Crist, Eric P. and Richard C. Ciccone(1984), “The Tasseled Cap De-Mystified”, *Photogrammetric Eng. and Remote Sensing*, Vol. 52, pp. 81-86.
- Deering, D.W. et al.(1975), “Measuring Forage Production of Grazing Units from Landsat MSS Data”, *Proc. 10th Int'l Symp. on Remote Sensing of Environment*, Vol. 2, pp. 1169-1178.
- Eastman, J. Ronald(1990), *IDRISI: A Grid-Based Geographic Analysis System*, Ver. 3. 2, Worchester: Clark U.
- Forman, Richard, and Michel Godron (1986), *Landscape Ecology*, New York: John Wiley.
- Jensen, John R.(1986), *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*, Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Kauth, R.J. et al. (1979), “Feature Extraction Applied to Agricultural Crops as Seen by Landsat,” *Proceedings*, Technical Session, LACIE Symposium, Houston: NASA, pp. 705-721.
- Lillesand, Thomas M. and Ralph W. Kiefer(1987), *Remote Sensing and Image Interpretation*, 2nd ed., New York: John Wiley.
- Tucker, C.J. (1979), “Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation,” *Remote Sensing of Environment*, Vol. 8, pp. 127-150.